

Rec'd PCT/PTO 08 JUL 2004

PCT/JP03/00414

101500980

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

20.01.03

(Signature)

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2002年 1月30日

REC'D 14 MAR 2003

出願番号  
Application Number:

特願2002-022248

[ST.10/C]:

[JP2002-022248]

出願人  
Applicant(s):

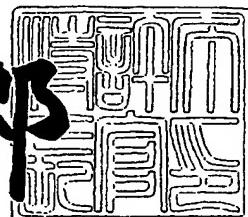
日立粉末冶金株式会社  
日立建機株式会社

PRIORITY  
DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 2月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3010546

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 HYB111P  
 【あて先】 特許庁長官殿  
 【国際特許分類】 F16C 17/02  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 千葉県松戸市稔台 520 番地 日立粉末冶金株式会社内  
   【氏名】 宮坂 元博  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 千葉県松戸市稔台 520 番地 日立粉末冶金株式会社内  
   【氏名】 丸山 和夫  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 千葉県松戸市稔台 520 番地 日立粉末冶金株式会社内  
   【氏名】 最上 道晴  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 東京都千代田区外神田 3-16-8 日立粉末冶金株式会社内  
   【氏名】 小林 純一  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 650 番地 日立建機株式会社土浦工場内  
   【氏名】 秋田 秀樹  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 650 番地 日立建機株式会社土浦工場内  
   【氏名】 五木田 修  
 【特許出願人】  
   【識別番号】 000233572  
   【氏名又は名称】 日立粉末冶金株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000005522

【氏名又は名称】 日立建機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083035

【弁理士】

【氏名又は名称】 前島 肇

【電話番号】 03(3841)5861

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010168

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 焼結含油滑り軸受

【特許請求の範囲】

【請求項1】 焼入れ組織の多孔質鉄系焼結合金からなり、内周面を切削加工することにより、円周方向に延びる高低差が $2 \sim 12.5 \mu\text{m}$ の凹凸条を軸方向に複数並列させて、軸方向にうねり面を形成すると共に、内周面の表層から深さ $10 \sim 60 \mu\text{m}$ の部分を緻密化し、表面気孔を封孔して、表面に開口する気孔を $1 \sim 10$ 面積%とし、面圧 $6 \text{ kgf/mm}^2$ 以上及び摺動速度 $2 \sim 5 \text{ cm/s}$ で使用することを特徴とする焼結含油滑り軸受。

【請求項2】 前記鉄系焼結合金が、鉄炭素系合金基地中にマルテンサイトを含むと共に、銅が分散し、銅の含有量が $15 \sim 25$ 質量%で、有効多孔率が $15 \sim 28\%$ であることを特徴とする請求項1に記載の焼結含油滑り軸受。

【請求項3】 軸受の内周面がラジアル荷重を受けて軸との摺動による初期摩耗によって、ラジアル荷重を受けた軸受内周面及びその近傍内周面の露出気孔量が、その他の内周面の露出気孔量よりも多いことを特徴とする請求項1に記載の焼結含油滑り軸受。

【請求項4】 建設機械油圧ショベルの関節用またはクレーンのアーム支持関節用として用いることを特徴とする請求項1に記載の焼結含油滑り軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、建設機械用の軸受要素のように、軸受摺動面に高い面圧が作用する用途に好適な焼結含油滑り軸受に関する。

【0002】

【従来の技術】

建設機械の油圧ショベルは、掘削動作中に、アーム先端に取り付けたバケットを油圧シリンダで揺動させるようになっている。バケットとアームとの関節は、軸と軸受からなる滑り軸受要素で構成されている。このような軸受要素は、大きな面圧がかかるため、耐摩耗性がある軸受を用い、摺動面には粘度の高い潤滑油

やグリース、ワックス等を介在させて用いられる。

この種の軸受としては、鋳造合金を切削加工したものや摺動面に黒鉛片を斑点状に埋め込んだものの代わりに、動粘度が高い潤滑油を含浸した鉄銅炭素系焼結合金が使用されている。この焼結含油軸受は、強度と耐摩耗性を高めるために、合金基地がマルテンサイト組織を含んだ鉄炭素系合金とし、その組織中に約20質量%程度の銅を分散させたものである。

軸受は、熱処理を施されて硬く、比較的大型なので、最終の仕上げは切削加工した後、内周面を研削して製作する。

#### 【0003】

##### 【発明が解決しようとする課題】

このような従来の焼結含油滑り軸受は、潤滑油を含み、焼入れされた鉄合金基地に銅が分散した合金であり、高荷重に適応しており、好適に使用できるものであるが、切削と研削によって仕上げられているので、このような工程を簡素化して、なお同等の軸受性能を有する軸受が望まれている。

#### 【0004】

##### 【課題を解決するための手段】

そこで、従来の焼結含油滑り軸受について使用した摩耗の状態を観察し、軸受内周面の気孔状態及び摩耗状態に着眼して実験を行った結果を検討し、この発明に到達した。

前記の目的を達成するために、本発明の焼結含油滑り軸受は、請求項1に記載したように、焼入れ組織の多孔質鉄系焼結合金からなり、内周面を切削加工することにより、円周方向に延びる高低差が $2 \sim 12.5 \mu\text{m}$ の凹凸条を軸方向に複数並列させて、軸方向にうねり面を形成すると共に、内周面の表層から深さ $10 \sim 60 \mu\text{m}$ の部分を緻密化し、表面気孔を封孔して、表面に開口する気孔を $1 \sim 10$ 面積%としてなる、面圧 $6 \text{ kgf/mm}^2$ 以上及び摺動速度 $2 \sim 5 \text{ cm/s}$ で使用することを特徴とするものである。

この焼結合金は、請求項2に記載したように、鉄炭素系合金基地中にマルテンサイトを含むと共に、銅が分散しており、銅の含有量が15~25質量%で、有効多孔率が15~28%であるものが好ましい。

## 【0005】

また、請求項3に記載したように、本発明の焼結含油滑り軸受は、軸受の内周面がラジアル荷重を受けて軸と摺動することによる初期摩耗によって、ラジアル荷重を受けた軸受内周面及びその近傍内周面の露出気孔量が、その他の内周面の露出気孔量より多くなっているものも包含する。

## 【0006】

本発明の焼結含油滑り軸受は、請求項4に記載したように、建設機械油圧ショベルの関節用またはクレーンのアーム支持関節用として好適に使用することができる。

## 【0007】

## 【発明の実施の形態】

前記軸受の構成要素について、更に詳細に説明する。

## (1) 焼結合金

本発明の焼結含油滑り軸受は、強度及び耐摩耗性が要求されるので、マルテンサイト組織を含む鉄系焼結多孔質合金により形成する。

特に、炭素系合金基地中に、銅が斑点状に分散した合金が望ましい。銅の含有量は15～25質量%である。硬い鉄炭素系合金基地の骨格中に、軟質で軸とのなじみ性が良い銅が分散しているもので、合金を構成する元素が少なく、耐久性にも優れている。摺動面に存在する銅が少ないと、硬い鉄合金の性質が強くなり、軸をアブレシブ摩耗させ易い。一方、銅が多過ぎる場合は、高い面圧の摺動によって、銅が変形したり、表面の気孔を塞いで摩耗が進行し易くなるので銅の含有量を15～25質量%とする。

## 【0008】

## (2) 有効多孔率と密度

多孔質鉄系焼結合金の有効多孔率は大きいほど含油能力が高くて好ましいが、密度が低くなるので強度が低下し、耐摩耗性にも影響を与える。

有効多孔率は15%以上であることが必要で、その値が低いと含油量が少なくなるために摺動面に油切れを起こし易くなり、寿命が短くなる。

一方、焼結合金の密度は $5.8 \text{ g/cm}^3$ 以上であることが必要である。この

場合、前記の好ましい焼結合金の銅含有量の最大値25質量%の場合の、密度5.8 g/cm<sup>3</sup>の値が有効多孔率28%に相当する。これらのことから、有効多孔率を15~28%とする。

## 【0009】

## (3) 軸受内周面の状態

軸受の内周面は、旋盤などを用いて形成した切削面である。

その内周表面は、切削によって円周方向に延びる凹凸条が軸方向に複数並んでおり、軸と垂直の方向から仮想的に見ると、軸方向に沿ってうねり面を形成した状態である。例えば、旋盤により切削加工を施すと、凹凸条は軸方向に螺旋状になる。その凹凸条の高低差は2~12.5 μmであり、軸方向の凹条の間隔は約0.3~0.8 mm程度である。

このような表面は、面粗さが0.5~1 μmの軸方向にうねりがない研削された面のものや、サイジングや切削加工された面に、軸方向の溝ピッチが約1 mm以上になるように油溝を形成した従来の軸受と異なる点の一つである。

また、内周面の表層部は深さ方向に10~60 μmの部分が緻密化（気孔が減少）されており、表面に露出している気孔は1~10面積%である。即ち、気孔量が軸受材料の中心部より少なくなっている表層部の深さが10~60 μmであり、換言すれば、切削加工によって気孔量が減少している内周面の表層部の深さが10~60 μmであることを意味する。

この表面に観察される気孔は、粒界のような細くて曲線状の気孔と、それに連通した小さな気孔からなっている。これらの特徴も、従来の研削面とは異なっている点の一つである。

このような切削面は、軸受素材の密度を予め決定しておき、バイト形状や送り速度などの切削条件を選定することによって安定して得ることができる。

通常は熱処理された軸受素材を切削加工して前記のような表面状態を形成する。表層部の緻密化層を深く形成したいときは、熱処理前の比較的軟質な焼結体を切削加工する方が有利である。

## 【0010】

このような軸受内周面は、凹条部に潤滑油やグリース等を蓄えることができ、

摺動面に潤滑剤を供給する。

軸と組み合わせて使用したときに、軸受内周の表面に露出している気孔が比較的少ない状態であるから、初期段階の摺動部の潤滑剤圧力（油膜強度）は高い。軸受内周面にかかる高い面圧のラジアル荷重によって、軸受内周面の荷重の作用部は初期摩耗する。初期摩耗する部分は、軸と軸受が相対的に摂動運動するので、面圧が作用している箇所が主であり、その他の部分は凹条面が僅かに摩耗した程度で気孔量が少ない状態が維持される。

#### 【0011】

この初期摩耗は、次のように進行する。

最初はラジアル荷重の高い部分の凸条部、次に凹条部が摩耗する。合金の基地が比較的硬いので塑性流動があまりない摩耗である。従って、表層の緻密化部分が除かれて摩耗した面に気孔が多く露出する。

軸受の温度は上昇しており、その気孔からは熱膨張差により潤滑剤がより多く供給され易くなる。摩耗面の末端部側は凹条が連なっているので、凹条にある潤滑油やグリース等が摺動時に軸荷重の高い部分に供給される。

このような初期摩耗の終点は、軸荷重と軸受気孔内の潤滑剤の押し上げ力が程良く釣合うような開口ポーラス面積を形成したときである。初期摩耗によって理想的な摺動面の潤滑形態が作り出される。ラジアル荷重の作用面近傍の初期摩耗した部分からそれ以外の内周面への境界では、凹凸条が緩やかに増加し、気孔量が減少した外観となる。

気孔の露出は、含浸された潤滑剤の供給を容易な状態とし、初期摩耗が終わった後の摩擦を低くする一方、荷重の少ない軸受内周部分は依然と潤滑剤の圧力逃げが少ないと状態を維持すると共に、残留している凹条にある潤滑剤が高荷重面に供給される結果、総体的に安定した摺動性能が維持される効果を奏する。

#### 【0012】

このように、軸受の内周面は、潤滑剤を蓄える沢山の凹条があり、封孔されて気孔が少ない状態で、その凹凸条の高低差及び表面を緻密化して封孔した状態は、運転を開始してから早期に軸荷重と軸受気孔内の潤滑剤の押し上げ力が程良く釣合うような開口ポーラス面積を形成する。その初期摩耗量の最大は軸受要素と

して許容されるような寸法である。それは、所定の合金の性質及び有効多孔率に加え、内周面の気孔量、凹凸条の状態、表面緻密化層の状態が特定の条件下にあることによって達成される。

## 【0013】

まず、未使用の軸受の表面に露出開口している気孔が全くない状態では、運転初期に含浸されている潤滑油の効果が得られないので1～3面積%が好ましい。露出開口気孔量は軸受焼結合金の気孔率との差が大きいことが好ましいが、10面積%以下でないと摺動面の圧力逃げが多く、前述の初期摩耗形態にならずに摩耗が進行する。10面積%は、銅が分散した好ましい鉄系焼結合金の許容される最低の密度 $5.8\text{ g/cm}^3$ を切削加工したものに対応する。このことから内周表面に開口している気孔の量は1～10面積%とする。

## 【0014】

凹凸条の高低差は $5\text{ }\mu\text{m}$ 程度が潤滑剤の保持、切削加工性の両面から好ましい。高低差が少ない場合は、潤滑剤の保持性が劣るので平均 $2\text{ }\mu\text{m}$ 以上は必要であり、高低差が大きい場合は、潤滑剤の保持性は高くなるが、通常の切削の切削代と送り速度では、凹凸条の高低差は最大 $12.5\text{ }\mu\text{m}$ 程度であり、それより大きい高低差とするには切削工程が多くなることから $12.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下とする。

## 【0015】

凹凸条の表層部は切削の際に刃物で押圧されて気孔量が少なくなつておらず、軸受の断面のバフ研磨した面を顕微鏡で観察し、平均的な大きさの気孔が存在する位置から表面までの気孔量が少ない部分、すなわち、開口面積が1～10%の部分の深さで表される。この緻密化層は $10\sim40\text{ }\mu\text{m}$ 程度が好ましい。緻密化層が厚いと、初期摩耗による緻密化層の消失に手間取り、初期摩耗の昇温している時間が長くなり、初期摩耗が終るまでの摩耗量が多くなる。しかし、本発明の軸受の用途では比較的大きい直徑の軸が用いられるので、初期摩耗量は比較的大きくても許容される。また、銅相が分散した好ましい焼結合金の熱処理体を切削加工したときに形成される緻密化層の深さの実態から $60\text{ }\mu\text{m}$ を最大値とする。また、切削加工によりこれより深い緻密化層を形成すると、表面付近に金属粒子が引き裂かれたクラックが発生し易くなり、剥離摩耗による異常摩耗のおそれがあ

り好ましくない。

## 【0016】

## (4) 含浸される潤滑剤

含浸油としては、この種の高面圧の滑り軸受に使用される品質のものが用いられる。例えば、40°Cにおける動粘度が220～1000cSt程度のものやワックス状の半固体潤滑剤とする。含浸されている潤滑剤は、摺動による温度上昇によって基材の金属よりも膨張し、摺動面へ供給される。

軸受を使用するときには、軸受用要素にグリース等を注入する。

このようにして得られた焼結含油滑り軸受は、面圧 $6 \text{ kgf/mm}^2$ 以上、摺動速度 $2 \sim 5 \text{ cm/s}$ の条件下で使用される。また、特に建設機械の油圧ショベルの関節用あるいはクレーンのアーム支持関節用として好適に用いられる。

## 【0017】

## 【実施例】

以下に好ましい実施例と比較例により本発明の実施態様を説明する。

## (1) 焼結軸受素材の製作

アトマイズ鉄粉（神戸製鋼所製 アトメル300M）を $81.2 \text{ kg}$ と、電解銅粉（福田金属箔粉工業製 CE15）を $18 \text{ kg}$ と、黒鉛粉（日本黒鉛工業製 CPB）を $0.8 \text{ kg}$ と、さらに成形潤滑剤としてステアリン酸亜鉛粉 $0.5 \text{ kg}$ とを混合し、円筒形状に圧縮成形する。この成形体を温度 $1120^\circ\text{C}$ の還元性ガス中で焼結する。鉄合金基地の結合炭素量は $0.6\%$ である。また、焼結体の密度は $6.2 \text{ g/cm}^3$ で、有効多孔率が $21\%$ である。

断面顕微鏡組織は、鉄合金基地の間に銅相が分散しており、大きさが約 $30 \sim 50 \mu\text{m}$ を中心とする気孔が分散している。

焼結体は、温度 $850^\circ\text{C}$ に加熱したのち油焼入れし、温度 $180^\circ\text{C}$ で焼戻しする。得られた焼結軸受素材はマルテンサイト組織を含むものであった。

## 【0018】

## (2) 切削加工

熱処理された焼結軸受素材は、旋盤を用いて内外周面及び端面を超硬合金製バイトで切削加工する。焼結軸受素材が1回転するときバイトを軸方向に往復とも

に送り速度0.5mmとする。

また、比較例として、前記切削品を研削盤を用い、軸受素材と砥石を回転させながら内周面を研削する。

軸受試料の内径寸法は直径50mm、全長寸法は50mmである。

これらの加工条件の異なる軸受試料を切断し、内周面の露出気孔量、及び内周面を含む断面の顕微鏡組織を観察する。また、触針式面粗さ測定器で内周面の軸方向面粗さ及びうねり状態を測定する。

#### 【0019】

本発明の軸受試料の内周面は、顕微鏡で観察すると平らな金属表面で、金属粒子の境界と思われる曲線状の細い気孔と、所々に細い気孔より幅広で小さい気孔が認められる。これらの気孔量は、内周面面積の約2%である。金属部分の表面粗さは0.5μm程度で、軸方向に0.5mmのピッチのうねり面となっており、うねりの凹凸の高低差が4~6μmである。また、軸受断面のラッピングされた面の顕微鏡組織から、加工面の下層が大きい気孔が少なくなっており、表面から約40μm程度には幅が50μmより大きい気孔が認められず、開口する気孔量が10面積%以下である。

#### 【0020】

研削面の比較用軸受試料は、内周面は細かく研削傷があり、平らな金属面の面粗さは0.5~1μmである。内周面に露出している気孔量は1面積%である。

また、断面の顕微鏡組織から、表面近傍にある幅が50μmより大きい気孔の表面までの金属厚さは、平均約20μmである。

#### 【0021】

##### (3) 潤滑油の含浸

軸受試料には、ISO VG 460相当(40℃における動粘度460cSt)の潤滑油を真空含浸する。

#### 【0022】

##### (4) 軸受試験

軸受試料をハウジングに固定し、軸受試料の内周と、焼入れ及び研磨された軸にグリースを塗布して嵌合する。軸にはラジアル方向の荷重を与え、面圧を8k

$\text{g f/mm}^2$ とする。軸は角度100度の範囲を滑り速度を1分間あたり1.2mの速さで揺動回転させる。振り子運動の末端位置でそれぞれ0.5秒間の休止する。

軸受試料の外周面には熱電対を装着し、運転過程の軸受温度を測定し、温度150°Cになった時を終点とする評価方法である。150°Cは経験則から焼付き摩耗が起こっている温度である。

### 【0023】

#### (5) 軸受温度の測定結果

このように試験して測定した軸受温度を表1に示す。

【表1】

運転時間	0時間	1時間	3時間	5時間	10時間	20時間	30時間
本発明試料	25°C	80°C	95°C	90°C	85°C	76°C	75°C
比較試料	25°C	103°C	92°C	86°C	83°C	82°C	82°C

表1に示すように、本発明の焼結含油滑り軸受は、運転初期段階で比較的緩やかに温度が上昇し、その状態を過ぎた後は温度が下がって、温度が安定した状態になり、30時間までほぼ同じ温度で推移している。

内周面が研削面からなる比較試料は、温度上昇が前者より急激であるが、温度の高い時間は比較的短く、前者と同等の温度で安定期になって推移している。

いずれも温度150°Cに達していない。

### 【0024】

#### (6) 考察

これらの運転温度の推移は、軸受内周面を観察した状態から、次のような理由によるものと考えられる。

本発明の焼結含油滑り軸受は、運転初期段階でラジアル荷重作用面に潤滑油が不足気味で初期摩耗が進行し温度が上昇するが、凹条の潤滑油が摩耗面に供給され、その温度上昇は比較的緩やかになる。軸荷重と軸受気孔内の潤滑油の押し上げ力が程良く釣合うような開口ポーラス面を形成するまでには時間を要し、温度が高い状態が長くなる。荷重と潤滑が釣合った適度な開口ポーラス面を形成する

と初期摩耗は終わり、温度が下がって比較的硬質な焼入れ組織の鉄炭素系合金基地と比較的軟質な銅粒子による耐摩耗性と最適気孔量及び凹条の潤滑補助に基づいて、摩耗の進行が止まり、摺動特性が安定するものと考えられる。

#### 【0025】

比較試料の場合は、運転初期段階でラジアル荷重作用面に潤滑油が不足していて初期摩耗が進行し、本発明の試料よりも温度が上昇するが、適度に摩耗することにより軸荷重と軸受気孔内の潤滑油の押し上げ力が程良く釣合うような開口ポーラス面を形成し、理想的な潤滑形態が初期摩耗によって作り出され、初期摩耗の後は摩耗が進行せず、温度が下がり、摺動特性が安定するものと考えられる。

#### 【0026】

このように、本発明の焼結含油滑り軸受は、初期摩耗段階の温度上昇が緩やかで、その時間が比較的長いものであるが、安定期に入ると従来の研削面である焼結含油滑り軸受の性能と同等、むしろ安定した初期摩耗段階過程の時間の分だけ寿命が延長される効果もあり、また、研削工程がないので、安価に製作することができるという利点もある。また、研削品と同様に、当然に生じる初期摩耗を利用して、耐久性がある焼結含油滑り軸受が使用中に作り出されることが分かる。

#### 【0027】

##### 【発明の効果】

以上、説明したように、本発明の高面圧に適した焼結含油滑り軸受は、使用することにより高面圧摺動に適合する摺動面が形成され、摩擦が少ない状態を長期間維持できるので、建設機械等の予定保守の間隔を延ばすことができるという、品質向上と保守費用の削減効果が期待でき、また、内周面の研削工程を含まない分だけ製造工程を短縮することができるという効果がある。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高い面圧が作用する焼結含油滑り軸受において、切削と研削による仕上げ工程を少なくし、かつ、従来と同等以上の軸受性能を有する軸受を提供する。

【解決手段】 焼入れ組織の多孔質鉄系焼結合金からなり、内周面を切削加工することにより、円周方向に延びる高低差が $2 \sim 12.5 \mu\text{m}$ の凹凸条を軸方向に複数並列させて、軸方向にうねり面を形成すると共に、内周面の表層から深さ $10 \sim 60 \mu\text{m}$ の部分を緻密化し、表面気孔を封孔して、表面に開口する気孔を $1 \sim 10$ 面積%とし、面圧 $6 \text{ kgf/mm}^2$ 以上及び摺動速度 $2 \sim 5 \text{ cm/s}$ で使用するための焼結含油滑り軸受。

【選択図】 なし

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-022248
受付番号	50200124541
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成14年 1月31日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 1月30日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000233572]

1. 変更年月日 1990年 8月23日

[変更理由] 新規登録

住 所 千葉県松戸市稔台520番地

氏 名 日立粉末冶金株式会社

出願人履歴情報

識別番号 [000005522]

1. 変更年月日 2000年 6月15日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都文京区後楽二丁目5番1号

氏 名 日立建機株式会社